

【特許請求の範囲】

【請求項1】 医用像形成又は治療用超音波システムにおいて、
少なくとも1つの超音波音響素子、及び、
前記少なくとも1つの超音波音響素子に結合した少なくとも1つのマイクロ機械構成部品を備え、前記構成部品は、

少なくとも1つの集積回路製造プロセスを使用して基板上に製造された少なくとも1つの可動機械素子を備えることを特徴とするシステム。

【請求項2】 前記少なくとも1つの可動機械素子は、ビーム、カンチレバー、ダイヤフラム、膜、流体、及びガスからなる群から選択された部材である請求項1に記載のシステム。

【請求項3】 前記少なくとも1つの可動機械素子は、反り、摺動、歪み、並進、回転、トーション及び変形からなる群から選択された移動により動く請求項1に記載のシステム。

【請求項4】 前記少なくとも1つの集積回路製造プロセスは、
基板上に少なくとも1つの薄膜材料を形成し、
前記少なくとも1つの薄膜材料にパターンを形成し、
前記少なくとも1つの薄膜材料をエッチングするステップを備える請求項1に記載のシステム。

【請求項5】 前記少なくとも1つの薄膜材料を形成するステップは、堆積と成長からなる群から選択されたプロセスである請求項4に記載のシステム。

【請求項6】 前記少なくとも1つの薄膜にパターンを形成するステップは、リソグラフィー、印刷、機械的パターン転写からなる群から選択されたプロセスである請求項4に記載のシステム。

【請求項7】 前記エッチングするステップは、湿式化学エッチング、プラズマエッチング、及びレーザーエッチングからなる群から選択されたプロセスである請求項4に記載のシステム。

【請求項8】 前記少なくとも1つの薄膜材料の厚さは、25ミクロンより小さい請求項4に記載のシステム。

【請求項9】 前記少なくとも1つの可動機械素子の少なくとも1つの物理

的寸法は、10ミクロンより小さい請求項1に記載のシステム。

【請求項10】 医用像形成又は治療用超音波システムにおいて、
少なくとも2つの超音波音響素子と、前記少なくとも2つの超音波音響素子に結合したマルチプレクサとを含む超音波プローブ、
画像プロセッサ、及び、

前記マルチプレクサを前記少なくとも2つの超音波音響素子に結合することのできる少なくとも1つの信号結線を備え、

前記マルチプレクサは、少なくとも1つのマイクロ機械構成部品を備え、前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、少なくとも1つの集積回路製造プロセスを使用して、基板上に製造された少なくとも1つの可動機械素子を備え、

前記画像プロセッサは、前記マルチプレクサから戻る信号を使用して、像を形成するのに寄与することを特徴とするシステム。

【請求項11】 前記少なくとも1つの可動機械素子は、ビーム、カンチレバー、ダイヤフラム、膜、流体、及びガスからなる群から選択された部材である請求項10に記載のシステム。

【請求項12】 前記少なくとも1つの可動機械素子は、反り、摺動、歪み、並進、回転、トーション及び変形からなる群から選択された移動により動く請求項10に記載のシステム。

【請求項13】 前記少なくとも1つの集積回路製造プロセスは、基板への堆積と、エッチングプロセスを備える請求項10に記載のシステム。

【請求項14】 前記少なくとも1つの可動機械素子の少なくとも1つの物理的寸法は、10ミクロンより小さい請求項10に記載のシステム。

【請求項15】 超音波トランスデューサにおいて、
少なくとも1つの超音波音響素子の少なくとも1つのアレー、及び、
前記少なくとも1つの超音波音響素子に結合した少なくとも1つのマイクロ機械構成部品を備え、前記マイクロ機械構成部品は、

少なくとも1つの集積回路製造プロセスを使用して基板上に製造された少なくとも1つの可動機械素子を備えることを特徴とするトランスデューサ。

【請求項16】 前記少なくとも1つの可動機械素子は、ビーム、カンチレ

バー、ダイヤフラム、膜、流体、及びガスからなる群から選択された部材である請求項15に記載のトランスデューサ。

【請求項17】 前記少なくとも1つの可動機械素子は、反り、摺動、歪み、並進、回転、トーション及び変形からなる群から選択された移動により動く請求項15に記載のトランスデューサ。

【請求項18】 前記少なくとも1つの集積回路製造プロセスは、基板への堆積と、エッチングプロセスを備える請求項15に記載のトランスデューサ。

【請求項19】 前記少なくとも1つの可動機械素子の少なくとも1つの物理的寸法は、10ミクロンより小さい請求項15に記載のトランスデューサ。

【請求項20】 前記少なくとも1つの可動機械素子は、リレー、スイッチ、インデューサ、回路遮断器、及びヒューズからなる群から選択されたデバイスである請求項15に記載のトランスデューサ。

【請求項21】 前記超音波トランスデューサは、カテーテルを取り付けたトランスデューサである請求項15に記載のトランスデューサ。

【請求項22】 前記カテーテルを取り付けたトランスデューサは、使い捨てである請求項21に記載のトランスデューサ。

【請求項23】 前記超音波トランスデューサは、スコープを取り付けたトランスデューサである請求項15に記載のトランスデューサ。

【請求項24】 前記トランスデューサは、使い捨てである請求項23に記載のトランスデューサ。

【請求項25】 前記少なくとも1つの音響素子は、マイクロ機械的手段を使用して製造される請求項15に記載のトランスデューサ。

【請求項26】 前記超音波トランスデューサは、ハンドヘルドの形の要素で設けられる請求項15に記載のトランスデューサ。

【請求項27】 前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、150ボルト又はそれ以上を切換える請求項15に記載のトランスデューサ。

【請求項28】 前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、二極の電圧を切換える請求項27に記載のトランスデューサ。

【請求項29】 前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、単極の電

圧を切換える請求項27に記載のトランスデューサ。

【請求項30】 前記マイクロ機械構成部品は、より高次の高調波音響信号を戻すことができる請求項15に記載のトランスデューサ。

【請求項31】 前記超音波トランスデューサは、 $N \times M$ の音響素子を備える2次元超音波トランスデューサアレーである請求項15に記載のトランスデューサ。

【請求項32】 前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、前記2次元超音波トランスデューサアレーから／該アレーへ放射される2次元送信／受信走査面の動きを制御できる請求項31に記載のトランスデューサ。

【請求項33】 前記 $N \times M$ の音響素子のサブセットを用いて、散在する2次元超音波トランスデューサアレーを与える請求項31に記載のトランスデューサ。

【請求項34】 前記少なくとも1つの音響素子は、少なくとも1つの電気インピーダンスにより特徴付けられ、また前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、少なくとも1つのマイクロ機械インデューサを備え、前記少なくとも1つのマイクロ機械インデューサは、前記少なくとも1つの音響素子の前記少なくとも1つの電気インピーダンスを超音波システムの電気インピーダンス特性によりよく整合させることができる請求項15に記載のトランスデューサ。

【請求項35】 医用像形成又は治療用超音波システムにおいて、
少なくとも1つの超音波音響素子、及び、
前記少なくとも1つの超音波音響素子に結合した少なくとも1つのマイクロ機械構成部品を備えることを特徴とするシステム。

【請求項36】 前記少なくとも1つの可動機械素子は、リレー、スイッチ、インデューサ、回路遮断器、及びヒューズからなる群から選択されたデバイスである請求項35に記載のトランスデューサ。

【請求項37】 前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、少なくとも1つの集積回路製造プロセスを使用して、バッチ方式で製造される請求項35に記載のトランスデューサ。

【請求項38】 前記超音波システムは、ハンドヘルドの形の要素で設けら

れる請求項35に記載のトランスデューサ。

【請求項39】 医用像形成又は治療用超音波システムにおいて、
少なくとも1つの超音波音響素子、及び、
前記少なくとも1つの超音波音響素子に結合した少なくとも2つのマイクロ機械構成部品を備え、前記少なくとも2つのマイクロ機械構成部品は、連動式に接続されることを特徴とする超音波システム。

【請求項40】 前記連動式は、前記少なくとも2つのマイクロ機械構成部品を並列に接続することによる請求項39に記載のシステム。

【請求項41】 前記連動式の少なくとも2つのマイクロ機械構成部品は、人体から戻るより高次の高調波音響信号を与えることができる請求項39に記載のシステム。

【請求項42】 前記少なくとも2つのマイクロ機械構成部品は、少なくとも2つのマイクロスイッチを備える請求項39に記載のシステム。

【請求項43】 前記少なくとも2つのマイクロ機械構成部品は、少なくとも2つのマイクロリレーを備える請求項39に記載のシステム。

【請求項44】 医用像形成又は治療用超音波システムに使用するカテーテルを取り付けた超音波トランスデューサにおいて、

少なくとも1つの超音波音響素子、及び、
前記少なくとも1つの超音波音響素子に結合した少なくとも1つのマイクロ機械構成部品を備えることを特徴とするトランスデューサ。

【請求項45】 前記カテーテルを取り付けたトランスデューサは、使い捨てである請求項44に記載のトランスデューサ。

【請求項46】 医用像形成又は治療用超音波システムにおいて、
少なくとも1つの超音波音響素子を備える少なくとも1つのトランスデューサ

、
トランスデューサコネクタの各々が前記少なくとも1つのトランスデューサを前記システムに接続できる少なくとも2つのトランスデューサコネクタ、及び、

前記少なくとも2つのトランスデューサコネクタに結合した少なくとも1つのマイクロ機械構成部品を備え、前記構成部品は、

マイクロ機械スイッチとマイクロ機械リレーからなる群から選択されたデバイスを備え、

前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、前記少なくとも2つのトランスデューサコネクタの間で切換えることを特徴とするシステム。

【請求項47】 前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、前記少なくとも2つのトランスデューサコネクタ内に位置する請求項46に記載のシステム。

【請求項48】 前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、前記超音波素子の内部のシステムボード上に位置する請求項46に記載のシステム。

【請求項49】 前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、少なくとも2つの超音波音響素子の間で切換える請求項46に記載のシステム。

【請求項50】 前記トランスデューサは、トランスデューサケーブルにより前記超音波システムと結合し、前記トランスデューサケーブルは、少なくとも1つのトランスデューサケーブルワイヤーを備え、前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、前記少なくとも2つの超音波音響素子から少なくとも1つのトランスデューサケーブルワイヤーを経由する電気信号を多重化する請求項49に記載のシステム。

【請求項51】 医用像形成又は治療用超音波システムにおいて、
少なくとも1つの超音波音響素子を備えるトランスデューサ、
前記少なくとも1つの超音波音響素子に結合した少なくとも1つのマイクロ機械構成部品、

画像プロセッサ、及び、

前記トランスデューサに接続された第1端部と、前記画像プロセッサに接続された第2端部とを備えるトランスデューサ接続ケーブルを備え、

前記トランスデューサは、前記トランスデューサ接続ケーブル経由で前記画像プロセッサに接続され、前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、前記システムユニットと前記トランスデューサの間に結合し、前記少なくとも1つの超音波音響素子から前記トランスデューサ接続ケーブルを経由して前記画像プロセッサへ来る信号を多重化できることを特徴とするシステム。

【請求項52】 前記多重化は、前記トランスデューサ接続ケーブルの前記第1端部で行われる請求項51に記載のシステム。

【請求項53】 前記第1端部での前記多重化は、前記トランスデューサ内で行われる請求項52に記載のシステム。

【請求項54】 前記トランスデューサ接続ケーブルは、少なくとも1つのトランスデューサケーブルワイヤーを備え、前記多重化は、多数の前記超音波音響素子からより少ない数の前記トランスデューサケーブルワイヤーを経由する信号を多重化する請求項53に記載のシステム。

【請求項55】 前記多重化は、前記トランスデューサ接続ケーブルの前記第2端部で行われる請求項52に記載のシステム。

【請求項56】 前記トランスデューサ接続ケーブルは、少なくとも1つのトランスデューサケーブルワイヤーを備え、前記多重化は、多数の前記超音波音響素子からより少ない数の前記トランスデューサケーブルワイヤーを経由する信号を多重化する請求項55に記載のシステム。

【請求項57】 前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、前記トランスデューサコネクタ内に位置する請求項51に記載のシステム。

【請求項58】 前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、基板上で前記少なくとも1つの超音波音響素子と一体化されている請求項51に記載のシステム。

【請求項59】 医用像形成又は治療用超音波システムにおいて、
少なくとも1つの超音波音響素子、
前記少なくとも1つの超音波音響素子に結合した少なくとも1つのマイクロ機械構成部品、及び、

第1区分と第2区分を有する少なくとも1つの基板を備え、

前記第1区分は前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品を備え、前記第2区分は前記少なくとも1つの超音波音響素子を備えることを特徴とするシステム。

【請求項60】 前記第1区分と第2区分は、結合されている請求項59に記載のシステム。

【請求項61】 前記第1区分と第2区分は、面のバンプアレー結合により結合される請求項60に記載のシステム。

【請求項62】 前記少なくとも1つの超音波音響素子は、薄膜素子を備える請求項59に記載のシステム。

【請求項63】 前記少なくとも1つの超音波音響素子は、静電容量性マイクロ機械構成部品を備える請求項59に記載のシステム。

【請求項64】 前記少なくとも1つの基板は、カテーテルを取り付けたトランスデューサ内に位置する請求項59に記載のシステム。

【請求項65】 前記カテーテルを取り付けたトランスデューサは、使い捨てである請求項64に記載のトランスデューサ。

【請求項66】 医用像形成又は治療用超音波トランスデューサにおいて、少なくとも1つの超音波音響素子、
前記少なくとも1つの超音波音響素子に結合した少なくとも1つのマイクロ機械構成部品、及び、

第1区分と第2区分を有する少なくとも1つの基板を備え、

前記第1区分は前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品を備え、前記第2区分は前記少なくとも1つの超音波音響素子を備えることを特徴とするトランスデューサ。

【請求項67】 前記第1区分と第2区分は、結合されている請求項66に記載のトランスデューサ。

【請求項68】 前記第1区分と第2区分は、面のバンプアレー結合により結合される請求項67に記載のトランスデューサ。

【請求項69】 前記少なくとも1つの超音波音響素子は、薄膜素子を備える請求項66に記載のトランスデューサ。

【請求項70】 前記少なくとも1つの超音波音響素子は、静電容量性マイクロ機械構成部品を備える請求項66に記載のトランスデューサ。

【請求項71】 医用像形成又は治療用超音波トランスデューサにおいて、少なくとも1つの超音波音響素子、及び、
前記少なくとも1つの超音波音響素子に結合した少なくとも1つのマイクロ機

械構成部品を備え、

前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、前記少なくとも1つの超音波音響素子の音響スペクトルを操作できることを特徴とするトランスデューサ。

【請求項72】 前記スペクトルの操作は、高調波信号を強化することができる請求項71に記載のトランスデューサ。

【請求項73】 前記スペクトルの操作は、高調波信号を改善することができる請求項71に記載のトランスデューサ。

【請求項74】 前記スペクトルの操作は、前記トランスデューサのバンド幅を広げることができる請求項71に記載のトランスデューサ。

【請求項75】 前記スペクトルの操作は、前記少なくとも1つの超音波音響素子を広い範囲でアポディゼーションすることができる請求項71に記載のトランスデューサ。

【請求項76】 前記少なくとも1つの超音波音響素子は、前記スペクトルの操作を使用して、少なくとも2つの異なるアレー領域から異なる音響スペクトルを放射する請求項71に記載のトランスデューサ。

【請求項77】 前記少なくとも1つの超音波音響素子は、前記スペクトルの操作を使用して、少なくとも2つの異なるアレー領域からの異なる音響スペクトルを受信する請求項71に記載のトランスデューサ。

【請求項78】 超音波トランスデューサにおいて、
少なくとも1方向に配置された少なくとも1つの超音波音響素子の少なくとも1つのアレー、及び、

前記少なくとも1つの超音波音響素子に結合した少なくとも1つのマイクロ機械構成部品、を備え、

前記少なくとも1つの超音波音響素子は、オン／オフ状態、感度、アポディゼーション、一時的にバイアス可能な電気音響アクティビティの程度、スペクトル周波数、信号の位相からなる群から選択された特性を備え、

前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、前記少なくとも1つの超音波音響素子の少なくとも1つの特性を制御できることを特徴とするトランスデューサ。

【請求項79】 前記マイクロ機械構成部品は、マイクロリレーとマイクロスイッチからなる群から選択されたデバイスを備える請求項78に記載のトランスデューサ。

【請求項80】 前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、電圧バイアス源に選択的に接続と遮断してデジタルアナログコンバータを形成することができ、少なくとも1つの音響素子に与えられる電圧バイアスを変化させるのに使用する請求項78に記載のトランスデューサ。

【請求項81】 前記超音波トランスデューサのアレーは、交差した電極配置を有する請求項78に記載のトランスデューサ。

【請求項82】 前記超音波トランスデューサのアレーは、前記少なくとも1つの音響素子の各々の専用電極を有する請求項78に記載のトランスデューサ。

【請求項83】 前記超音波トランスデューサのアレーは、高調波画像情報を与えることができ、送信中に前記少なくとも1つの音響素子に第1バイアスを与えられ、受信中に前記少なくとも1つの音響素子に前記第1バイアスと異なる第2バイアスを与えられる請求項78に記載のトランスデューサ。

【請求項84】 前記超音波トランスデューサのアレーは、送信中は第1周波数で作動し、受信中は第2周波数で作動する請求項83に記載のトランスデューサ。

【請求項85】 前記超音波トランスデューサのアレーの少なくとも2つの音響素子のスペクトル周波数は、広帯域の音響作用を得るため、異なる値に設定される請求項78に記載のトランスデューサ。

【請求項86】 前記超音波トランスデューサのアレーは、高調波画像を生じることができ、前記アレーは少なくとも1つの高調波信号を強調するため、より高い電圧パルスを与える請求項78に記載のトランスデューサ。

【請求項87】 前記少なくとも1つの音響素子は、マイクロ機械超音波素子である請求項78に記載のトランスデューサ。

【請求項88】 前記少なくとも1つの音響素子は、容量性マイクロ機械超音波素子である請求項78に記載のトランスデューサ。

【請求項89】 前記信号位相特性は、送信信号の位相を備える請求項78に記載のトランスデューサ。

【請求項90】 前記信号位相は、ビーム操作、信号混合、信号操作の目的からなる群から選択される目的のため制御される請求項78に記載のトランスデューサ。

【請求項91】 前記信号位相特性は、受信信号の位相を備える請求項78に記載のトランスデューサ。

【請求項92】 前記信号位相は、ビーム操縦、信号混合、信号操作の目的からなる群から選択される目的のため制御される請求項91に記載のトランスデューサ。

【請求項93】 医用像形成又は治療用超音波システムにおいて、
少なくとも1つの超音波音響素子、及び、
前記少なくとも1つの超音波音響素子に結合した少なくとも1つのマイクロ機械構成部品を備え、前記構成部品は、
制御された動きが可能な少なくとも1つの部分を備え、
前記少なくとも1つの部分は、少なくとも1つの物理的寸法が25ミクロンより小さいことを特徴とするシステム。

【請求項94】 前記制御された動きは、反り、摺動、歪み、変形、並進、トーション及び回転からなる群から選択された動きである請求項93に記載のシステム。

【請求項95】 前記制御された動きは、静電、磁気、慣性、圧電、電磁、気圧、液圧及び熱からなる群から選択された作動方法により、制御される請求項93に記載のシステム。

【請求項96】 前記少なくとも1つの部分は、ビーム、カンチレバー、ダイヤフラム、膜、流体、及びガスからなる群から選択された可動素子である請求項93に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(発明の背景)

医用超音波像形成及び治療システムは、ハードウェアもソフトウェアも急速に複雑になってきている。その結果、診断能力が増し、このようなシステムはエンドユーザーに非常に魅力的であるが、システムの製造者は、複雑になっても、コスト、大きさ、重量、又は電力要求が過度に大きくならないようにしなければならない。これらの物理的特性を最小にして、能力と価値を増さなければならないので、製造者は、最新の集積回路論理とメモリーデバイス、及び最新のデータ記憶デバイスと小型で効率的な電源が必要である。さらに、これらと同じ要求により、最新の別個のスイッチとリレー等の別個の電気機械デバイスが必要である。ある超音波システムは、特に512チャンネルを有する新しいシステムの場合は、文字どおり何百ものこのような構成部品を備える。残念なことに、後者の別個の電気機械の構成部品は、集積度、大きさ、コスト、効率、信頼性が、上述した前者の構成部品ほど改善されていない。

【0002】

更に、今日の別個の電子機械デバイスが超音波装置の設計で不満足になってきているのには、多くの性能上の理由がある。これらの理由には、高いオンインピーダンス、低いオフインピーダンス、浮遊キャパシタンス、高い挿入損失、高い電力消費、低い電力スイッチング容量等がある。

【0003】

電氣的スイッチングは、電界効果トランジスターとサイリスタ等の電子デバイスを使用して達成できるが、ある用途では、電気機械的接触器が好ましい。電子スイッチの1つの欠点は、漏れ電流があり、そのため「オフ」位置で有限の電流が流れることである。他方において、電気機械的スイッチは、開位置は見ることができ、「オフ」位置で電流は流れない。機械的リレーの分離は、コンタクトの間隙により決まり、この距離は色々の用途の分離する必要性に合うように調節できる。

【0004】

また、高電流システムの近くでは、電子デバイスは、容量結合と静電放電にかなり感度を有する。電気機械的リレーは、良い電磁氣的適合性を示し、一般にこのような効果には反応しない。

【0005】

さらに、今日の別個の電気機械デバイスは、また物理的に不十分である。超音波トランスデューサは、ますます多重の能力が必要であり、トランスデューサ内にトランスデューサケーブルのワイヤーより多くの圧電素子があるかもしれない。このような多重化（多数の圧電素子からの電気信号を少数の接続ワイヤーの間で切替える）に伴う今日の困難さは、今日の別個の電気機械的デバイスは、1つのICチップ上に多数を集積できないことである。それゆえ、特にトランスデューサ又はトランスデューサコネクタ自体に必要性があるときは、それらは多くに空間、コスト、電力を消費し、重量が重く、多数の部品になる。

【0006】

最後に、電子スイッチの他の欠点は、安全性の分野である。保護リレーは、どのような状況でも、欠陥のある回路を遮断し分離する必要がある。電子的構成部品は、この要求を満たすことができない。電氣的な絶縁破壊又は熱的過負荷の場合は、両方向に電流が流れ、中断することができないからである。従って、安全性のためには、半導体スイッチの代りに機械的リレーを使用しなければならない。

【0007】

従って、医用像形成又は治療用の超音波システムで、別個の電気機械的デバイスの利点を持ち、大きさが小さく、コストが安く、信号強度が改善され、消費電力が少なく、電圧パルス容量が高いマイクロ機械的デバイスを組込んだシステムの必要性がある。

【0008】

(発明の概要)

後述する好適な実施例は、大きさが小さく、コストが安く、信号強度が改善され、消費電力が少なく、電圧パルスの能力が高い超音波システムに関する。より詳しくは、本発明の好適な実施例は、現存する超音波の設計で「巨視的な」電気

機械デバイスに代えてマイクロ機械デバイスを組込んだ改善された超音波システムに関する。本発明の好適な実施例はまた、マイクロ機械デバイスを組込んで、現存する電気機械デバイスでは不十分であった新しい機能を与えることに関する。超音波システムのバンド幅の要求は増加し、大きさとコストを下げる要求があるので、マイクロ機械構成部品の大きさとコストと電力の問題を解決し、電力処理が優れ、その結果システムの優れた性能を得られる可能性がある。

【0009】

後述する実施例では、マイクロ機械デバイスの新しい技術を適用し、電気機械デバイスの改善の遅れを解決する。これらの好適な実施例により、リレーとスイッチのICサイズのマイクロアレーを用いることにより、現存する超音波システムとトランスデューサのスイッチング回路ボードの全体の大きさを小型化することができる。この結果、大きさとコストと電力が大幅に減少し、またここに記述するように、いくつかのシステムとトランスデューサの性能が改善される。

超音波システムとトランスデューサは、ハンドヘルドの小型携帯用の設計でも、通常のセミポータブルコンソールの設計でも、かなり利益が得られると期待される。

【0010】

(特定の実施例の詳細な説明)

(概観)

好適な実施例は、超音波システムでマイクロ機械デバイスを使用し、大きさとコストと電力処理が大きくなる問題を解決することに関する。このような問題は、システム設計者がこのようなシステムの価値と機能を向上させようとするときおこる。特に、好適な実施例は、別個の音響素子、トランスデューサ、トランスデューサケーブル、コネクタ、及び超音波システムの他の構成部品と結合したマイクロ機械部品の使用に関する。ここに「結合した」という言葉は、直接結合する、又は1つ又はそれ以上の中間構成部品を介して間接的に結合することをいう。マイクロ機械構成部品を使用して、高チャンネル数の要求（超音波システムが512又はそれ以上の多数の音響素子へ送信受信できる）による多重化の問題を解決し、高電力処理能力を与え、新しい能力があるより小さいトランスデューサ

を与える。

【0011】

別個の電子機械デバイスの集積化、大きさ、コスト、効率、信頼性の問題を取扱うため、マイクロ機械学の分野が発展した。マイクロ機械学は、少なくとも部分的にシリコン、半導体、又は他の誘電体ウェハ上に集積回路を作るのに使用する装置とプロセスを使用して、本質的に色々の種類の微小な電気機械デバイスを作ることを含む。このようなマイクロデバイスの良く知られている例は、自動車用のエアバッグ乗員拘束システム用のシリコンベースの加速度計／スイッチである。ここでは、マイクロデバイスが衝突による減速を検知し、電氣的にバッグの膨張を起こさせる電荷を作動させることにより、エアバッグを展開させる。

【0012】

マイクロ機械構成部品即ちデバイス（マイクロ電気機械システム（「MEMS」）デバイスともいう）は、構成部品の少なくとも1つの機械的即ち可動素子が半導体方式の処理を使用して製造される（即ち「マイクロ機械加工」）電気機械デバイスと定義される。このような処理には、薄膜蒸着、パターニング、エッチング技術が含まれる。蒸着技術には、業界で知られている基板上への材料の物理蒸着と、基板上への材料の生長が含まれる。このような蒸着技術で作られる薄膜は、一般に厚さが25ミクロンのオーダーで、典型的には10ミクロン又はそれ以下である。基板材料には、半導体、セラミック、ガラスが含まれ、ウェハ又は他の標準化された形とすることができる。パターニング技術には、リソグラフィ－パターニング、印刷又は業界で知られている機械的パターン転写等の他の形式のパターン転写が含まれる。エッチング技術には、化学的「ウェット」エッチングと、プラズマ「ドライ」エッチングと、レーザーエッチングが含まれる。「マイクロ機械加工」という言葉は、マイクロ機械デバイスを製造するのに使用するこれらの半導体方式のプロセスをいう。さらに、マイクロ機械加工は、「バルク」のマイクロ機械加工と、「表面」のマイクロ機械加工とを含む。バルクのマイクロ機械加工は、基板のバルクをエッチングすることにより、機械的構造を製造するプロセスである。表面のマイクロ機械加工は、蒸着、パターニング、異なる材料層のエッチング、及び他の半導体形式のプロセスを使用して、基板の表面上

に機械的構造を製造するプロセスである。

【0013】

図1A～1Eに、マイクロ機械スイッチ90を作る例示の順番を示す。製造の順番は、初めに蒸着し、第1金属層100（クロム—金）をパターンニングして、ガラス基板130上にゲート110と、コンタクト電極120とを形成する（図1A）。次に、約2ミクロンの厚さの犠牲金属層140（銅）を堆積する（図1B）。これが2ステップでパターン化される。第1ステップで、犠牲層が部分的にエッチングされて、ビーム160用のコンタクトチップ150を形成する（図1B）。第2エッチングステップで、犠牲金属層140は、ソースコンタクト100の金属までエッチングされ、ビーム支持部170を形成する（図1C）。次に、犠牲金属層140の上にフォトレジスト180をスピンコーティングし、パターン化してビーム構造160用のマスクを形成する。ビーム160は、200nm厚さの金層200と、その上の2ミクロン厚さのニッケル層190からなる。これらの層は、どちらも電気めっき又は無電解めっきで形成することができる（図1D）。金層200は、スイッチが閉じるとき、金のコンタクトパッドとのコンタクト材料として作用する。最後に、好適なウェットエッチングプロセスにより犠牲層140を除去して、フリースタンディングビーム160を作る（図1E）。

【0014】

半導体処理のバッチ処理の利点により、マイクロ機械デバイスは、シリコン、ガラス、又はセラミックの基板（即ち、ウェハ）上に同時に多数製造することができる。デバイスは、たわみマイクロカンチレバー、たわみダイヤフラム等の動く部材を組込むことができる。デバイスは又、マイクロ流体又はマイクロ気体デバイス内に動くガス又は流体を組込むことができる。このようなデバイスの動く部材は、歪み、変形、並進、反り、回転、トーション又は他の動きにより移動することができる。さらに、マイクロ機械デバイスは、静電、磁気、圧電、電磁、慣性、気圧、液圧又は熱マイクロ作動機構のうち少なくとも1つを組込むことができる。プロトタイプ of マイクロ機械スイッチは、特に静電、磁気、電磁、熱、及び慣性マイクロ作動手段を使用した。スイッチとリレー用に可能なマイクロ作動機構は、幾つかあり良く知られていて、本発明に重要なものではない。このよ

うなデバイスがマイクロ機械的な形で超音波の用途に用いられ、その結果、性能と、コストと、パッケージと、信頼性が増したということが、ここでは重要である。化学センサー等の他のマイクロ機械デバイスは、物理的／機械的作動手段を有さず、受け身的な読み出しのみを与える。典型的には、マイクロ機械デバイスは、パッケージされたチップの形で顧客に提供される。チップパッケージは、典型的にはICチップパッケージ（セラミック、プラスチック、金属）であり、各々が少なくとも1つ時には多数のデバイスを含む。

【0015】

超音波像形成システムの設計で特に興味のあることは、マイクロ機械スイッチ又はリレーのアレーにより、現存の大きなプリント回路ボード（現在の別個のスイッチとリレーでは一般的である）を実質的になくすことができるということである。マイクロ機械技術を使用して作ったマイクロアレーにしたマイクロリレー又はマイクロスイッチを使用して、非常に小型のデバイス内に所望の数のこのような構成部品を配置することができ、新しい設計上の自由度が得られる。

【0016】

好適な超音波像形成の実施例として、初めにマイクロ機械スイッチとリレーに焦点を当てたが、超音波で、電氣的及び機械的な別のマイクロ機械の用途があることが、この発明により明らかになる。これらには、例えばマイクロ機械インダクター、マイクロ機械光ファイバースwitch、マイクロ機械移相器、マイクロ機械コネクタ（電気、光、液圧、気圧）、マイクロ機械ヒューズ、回路遮断器、マイクロ機械バルブ、最近の指紋圧力検知チップ等のマイクロ機械生体測定使用者識別デバイスがある。

【0017】

マイクロ機械学の分野では研究が進み、マイクロ機械のマーケットから合計のマイクロリレーのマーケットは現在発展途上にあることが分かり、2006年に市場が飽和すると予測される。静電作動マイクロ機械スイッチとリレーの領域では開発が進み、その結果できた製造プロセスと材料は、マイクロ機械スイッチのアレーを作るのに好ましく、我々はこれを超音波システムに適用できると考える。

【0018】

マイクロリレーと、ニッケルマイクロリレーで更に開発がなされた。これらは、マイクロヒューズ、より正確には衛星の用途のマイクロ回路遮断器に関する開発を記述した参考文献と、マイクロ機械の形の無接触容量スイッチアレーの開発を記述した参考文献である。別の参考文献は、マイクロ機械スイッチをもとにした移相器を記述し、特にこのようなデバイスの挿入損失が10GHzで0.2dBしかないことが示された。ビーム操作による位相シフト、及び信号混合と操作を行うための超音波の用途もまた、非常に魅力的である。

【0019】

特に、マイクロ機械スイッチは、位相シフトにはずっと自然なデバイスである。要するに、これは電子構成部品では非常に一般的なトグルスイッチの小型化版である。空間的電力結合の領域では、マイクロ機械スイッチは移相器として有利であるが、平面の場合とは実行方法が異なる。平面のアレーは、全波面で作用するので、マイクロ機械移相器を各セルに加えて、ビームを操作するのに必要な適当な量の位相シフトを与えることができる。多くの点でこの機能は、光学でプリズムにより行われる機能に似ていて、入口と出口のビーム角度の差が電子制御されるという別の利点がある。

【0020】

別の参考文献は、マイクロ機械デバイスを概観し、マイクロ機械加工されたシリコン可変インダクターとラッチング加速度計の開発を記述する。このようなインダクターは、寄生電流が少なく、開状態での分離が良く、プログラムできるので、超音波に非常に魅力的である。

【0021】

さらに、次の2つの参考文献をここに参照するが、これらはマイクロ機械スイッチ及び／又はリレーに関する。(1)W.Taylerらによる「Fully integrated magnetically actuated micromachined relays」Journal of Microelectromechanical Systems、(1998年6月1日)7巻2号p181、及び(2)Nishioらによる「Characteristics of micro-mechanical electrostatic switch for active matrix displays」IEICE Transactions on Electronics、(1995年9月1日)78巻9号p1292。

【0022】

マイクロ機械デバイスは多くの利点があるが、主な利点の幾つかは、単に電力処理、大きさ、小さい領域に多くのデバイスを入れることができることである。今日の超音波システムでは、バンド幅の必要性が増しているので、大きさと電力使用の両方で扱いにくいシステムで困らないようにするためには、高電力パルス进行操作できる密に詰めた構成部品は、非常に有利である。

【0023】

(第1の好適な実施例)

増加するチャンネル数とバンド幅の結果が明らかな主な領域の1つは、超音波システムスイッチングボードの領域である。超音波システム又はコンソールの内側のスイッチングボードは、システムの外側の多数のトランスデューサコネクタレセプタクルへシステム信号を送信し、及び／又は受信するのにしばしば使用される。これらの外部システムコネクタの各々は、64から512又はそれ以上のコンタクトを有する場合があります、4〜6のこのようなトランスデューサコネクタがある場合がある。差込可能な像形成トランスデューサは、多重化してないとき、音響アレー内におよそ個々のコネクタのピンの数に対応する多数の圧電素子を有する。超音波像形成トランスデューサは、非常に多数の圧電素子を有し（例えば、200〜500又はそれ以上）、トランスデューサ自体の内部にスイッチが必要であり、莫大な数の圧電素子が少数でより合理的な数のケーブルワイヤーをシェア（即ち、多重化）するようにする。他の場合は、スイッチのアレーが、トランスデューサコネクタ自体内（トランスデューサケーブルのシステム端部）に設けられ、第1の数のトランスデューサ圧電素子を、第2の異なる数の利用可能なシステムチャンネルと、結び付ける（シェアする）。このアプローチにより、トランスデューサの重量と電力消費を最小限にすることができる。使用者は、プローブを保持する間スイッチを手で保持しないからである。さらに、更に多数の音響素子に高パルス電圧をかけられるので、現在は弱い高調波音響信号とバンド幅を強調することができる。

【0024】

図2Aは、上述した従来のシステムのスイッチングボード1の概略図（縮尺は一樣ではない）。ボード1は、多数の従来のリレー3（128又はそれ以上）が2つの

主面の少なくとも一方に配置されている。ボード1は、従来のエッジカード形コネクタコンタクト5を有する。ある特定の場合では、ボードは、128のSPDT（単極双投）リレー3を有する。このようなリレー3は、Omron、Hamlin、CP、Clare and Cotto.等から入手することができる。このような従来のリレー3は、各々が長さ約0.75インチ、幅約0.25インチ、高さ0.25インチで、このボードの面積は約0.75×0.25インチである。さらに、電気的なクロストークを最小限にするため、2つのこのようなリレーの間に約0.25インチの間隔をおくのが好ましい。スイッチングボード1は、極めて大きく、最大寸法は1フィート即ち12インチを超える。現在Supertex社から得られる非常に良い技術（図示せず）により、面積が0.46×0.46インチの1つのハウジング内に16までのこのような機能的に近似したスイッチ3を集積することができる。このようなスイッチを使用すると小さい回路ボードを得られるが、このような構成部品の益々強くなる要求を満たすことができない。

【0025】

図2Bは、本発明の第1実施例を示す。（ボード1と比較して）ずっと小さいボード2は、2つのマイクロ機械マイクロリレーチップ4を有し、その各々はパッケージされ約0.5～1.0インチ平方で、ボード2の表面上に取り付けられる。これらのマイクロリレーチップ4の各々は、64のマイクロリレーを容易に備えることができる。従って、このボード2は従来のボード1と作用は同じであるが、5～10倍小さく、特に多数のマイクロリレーが連動式になっている場合は、ずっと消費電力が少なく、ずっと安価で、高電圧を切換えることができる。ボード2は又、エッジカード接続部6を有する。ここに記述した好適な実施例を使用して、ボード2の寸法は、高さ2インチ又はそれ以下、幅6インチ又はそれ以下とすることができる。同時に、上述した電気的性能の利点は、ボード1とそのデバイス3を使用する従来のリレーのアプローチより有利である。マイクロリレーについて行った研究により、実際的な目的で20,000もの別個のリレーを1つのチップ上に集積することができた。歩留まりと、連動式リレーの使用、及び高電流の取扱いを考慮に入れて、数はチップ当たり1000程度となる。従って、マイクロ機械技術を使用すれば、例えば64の各々を平行な8つの群にして、チップ当たり64のリレーを容

易に達成できることが分かる。

【0026】

マイクロリレーは、アクチュエータと、コンタクト機能の関係により、マイクロスイッチと区別される。リレーでは、アクチュエータとスイッチング機能は、分離され電氣的に絶縁され、最低4つの端子が必要である。

【0027】

第1実施例の主な変形は、トランスデューサ自体内（又はトランスデューサケーブル内のトランスデューサコネクタの端部）に小型のマイクロリレー切換え装置を与え、少ない数のトランスデューサケーブルワイヤの間に多数の音響素子（又はシステムチャンネル）を多重化することである。現状のトランスデューサは、256のワイヤーケーブルと512の音響素子のアレーを有する。現在このトランスデューサは、内部にパッケージするために、各々が2×3インチの大きさの2つの多層両面スイッチングボードを必要とする。これらのボードが、44のSupertex社のスイッチングチップを支持する。各々のこのようなチップは、6つのスイッチを有し、0.46×0.46インチの面積である。約1/3の大きさの1つのボードを使用して、1つのマイクロリレーアレーチップを片面に取り付けて、同じ切換え性能を行うことができる。これは、コスト、電力、性能上の高い利点がある。

【0028】

（第2の好適な実施例）

図3は第2の実施例を示し、超音波アレーとマイクロリレー（又はマイクロスイッチ）の共に集積したアレーを示す。トランスデューサ基板7は、シリコンチップ、ガラス上シリコン、ガラス又はセラミック基板でも良い。音響素子8のアレーが左側に示される。マイクロリレー9のアレーが右側に示される。外界に接続するため、ワイヤボンダッド10の組が設けられる。マイクロリレー又はマイクロスイッチ9を、音響素子8のアレーと共に集積することにより、個々の音響素子8のアレーへとそこからの信号のスイッチングをオンボードで局所的に行うことができる。典型的な超音波の用途では、トランスデューサ7へ走るケーブル内のワイヤより多い圧電素子8を有する（ケーブルワイヤはボンダッド10で取り付けることができる）。局所的マイクロリレー9により、より少ない数のワイヤ

(ワイヤはボンドパッド10に接続する)の間で音響素子8の多重化即ち切換えが可能になる。これは多重化といわれる。

【0029】

カテーテルベースのトランスデューサでは、ケーブル内に8のワイヤを有し(低コスト、小断面積、及び融通性のため)、音響アレー内に256の音響素子8を有し、256のマイクロリレー9により8のワイヤの間で切換えることができる。色々のラパラスコープ又は他の低コストチューブ状医用スコープを用いて、集積化スイッチングを有するこのようなトランスデューサを取り付けることができる。このような共集積化により、コストが安くなり、このようなカテーテルベースのトランスデューサの使い捨てバージョンが可能になる。

【0030】

デバイス7について、幾つかのことを詳細に述べる。第1に、音響素子8は、薄膜素子(例えば、酸化亜鉛、又はpzt)、又は静電容量性マイクロ機械素子等の任意のもので良い。第2に、素子8のアレーは、線形、又は2次元アレー等の任意のアレーの配列をとっても良い。第3に、マイクロリレー(又はマイクロスイッチ)9は、チップの同じ側(図示)でも良く、又はチップの反対側の面(図示せず)にあり、縁を回り込んで又はビアを通して接続しても良い。また、音響素子アレーの中で混合しても良い。第4に、外部相互接続の手段は、重要ではなく、ワイヤボンドパッド10が示されているが、フリップチップ又はテープ式自動接着手段を使用することもできる。最後に第5に、図3で重要なことは、基板7を横切る細い線11である。ここに継ぎ目即ち結合部があっても良く、1つのモノシリックの基板ではなく、1つのモノシリックの基板と同様の作用をする2つ又はそれ以上の近くに配置された基板7でも良い。その場合、継ぎ目11は、2つ又はそれ以上のこのような独立の基板7と7'の(図示せず)が近接して配置され、又は当接していることを示す。別個の基板7と7'を第3の基板(図示せず)上に配置し、7と7'の少なくとも2つをその上に配置し、通常のハイブリッド回路ができるようにしてもよい。この場合、マザーの基板は、7と7'の間で信号等を送るのに必要な相互接続を有し、構成部品7と7'は、BAG(ボールグリッドアレー)相互接続手段を使用して、マザー基板上に取り付けても良い。

【0031】

明らかに、図3にはリレー9と音響素子8とパッド10の間に多くの相互接続がある（図示せず）。少なくとも1つの継ぎ目11がある2つ又はそれ以上の別の基板を使用することにより、継ぎ目を横切る接続を形成する必要がある。好適な実施例は、また2つの基板7と7'（図示せず）を使用する場合を含む。ボールグリッドアレー（BAG）相互接続技術を使用して、一方が他方に面と面で（又は端部と端部で）直接結合され、これらの必要な相互接続を一度に形成し、音響とスイッチングの機能を行う1つのチップ（積層されていても）を提供する。

【0032】

デバイス7はまた、マッチング層、減衰裏打ち材、分離ウィンドー、又は音響レンズ等の他の有用な音響構成部品（図示せず）と結合、又は当接されていてもよい。

図3について記載したアプローチで可能なコスト削減により、自動化装置を使用して、安価で使い捨ての高品質のアレーをウェハの形で多数作ることができる。

【0033】

アレーにし、マイクロ機械加工したデバイス（4、9等）は、受動でも能動でも任意の有用な構成部品で良く、音響アレーは1つ又はそれ以上のこのようにマイクロ機械加工した小型デバイスにより支持され、実質的に空間、電力、コストが節約され、又は信号強度が改善される。スイッチ又はリレーと異なる構成部品の優れた例を挙げると、各デバイス9（又は4）が、トランスデューサをシステムに対してインピーダンス整合させるために使用するマイクロ機械インデューサ、又はマイクロ機械インダクターのアレーである。従来のスイッチと同様に、従来のインデューサは、ボードのスペースを非常に多く使用する。最後に、デバイスのアレー4又はデバイス7は、トランスデューサの識別、トランスデューサの履歴、トランスデューサのビーム形成マイクロコード、トランスデューサの校正情報等を記憶するためのメモリー手段を組込むこともできる。

【0034】

従来のリレーは、典型的には約プラスマイナス（+/-）100ボルトのパルス

までしか取扱えないが、マイクロリレーは特に連動式で使用すると、プラスマイナス (+/-) 300ボルトのパルスまで切換えることができる。別の電圧能力が、より強い音響伝達パルスを与え、それによりより強い戻りの音響信号 (FDA 音響出力限度内に保つ) を得る。より強い伝達パルスの能力は、アクソンの天然組織高調波像形成方式 (Acson's Native Tissue Harmonic ImagingTM) 等の高調波像形成モードで見られる高調波戻り信号を強化するのに非常に有用である。このような高調波動作モードでは、戻り高調波信号は (送信された基本周波数に対して) 比較的弱く、戻り高調波信号の振幅を増すことができるのは非常に魅力的である。より高い電圧パルス能力は、また散在する2次元音響アレー (3D体積の像形成ができる) を構成するとき非常に有用である。ここでは、素子のかなりの部分を除外する (主に歩留まりとコストの理由により除外する) が、良い信号を保持する必要がある。

【0035】

良く知られているように、デバイス7は、多層又は積層した (中間層は電極付き) 圧電素子8を使用し、トランスデューサのシステム駆動電子回路に対するインピーダンス整合を改善することができる。業界で最近行われたように、近距離音場での音響ビームを狭くする目的で、素子8を複数のアパーチャ (例えば、ストリップ) 内に配置し、前記アパーチャを別々にオンオフできるようにしてもよい。素子8又はその群は、異なる音響性能又は異なる電気音響又は材料特性を有するように配置することができる。このように、このような異なる素子の間で切換えることにより、全体の音響ビームのスペクトルの性能を操作することができる。これは、バンド幅を増加させる、スペクトルにノッチを作る、面のアポディゼーションを達成する、複数の素子8の層の間でスイッチングする等の目的で行われる。

【0036】

(第3の好適な実施例)

次の好適な実施例は、MUT即ち「マイクロ機械超音波トランスデューサ」として知られる特定の種類のトランスデューサ音響素子である。好適な実施例では、cMUT即ち容量性 (静電) MUTが使用される。これらは、本質的にマイク

ロ機械技術を使用して作られた電氣的に駆動可能な振動マイクロダイヤフラム即ち膜であり、振動するダイヤフラム（膜）／チャンバの各側にキャパシター電極があり、ダイヤフラム／膜の横（最大）寸法は、ミクロン範囲ほど小さいかもしれない。このようなデバイスとその製造に必要なプロセスは、業界で知られている。さらに、次の参考文献は、c M U Tについて詳述していて、これらの文献をここに参照する。

【0037】

"Micromachined Capacitive Transducer Arrays for Medical Ultrasound Imaging" X.C.Jin, F.L.Degertekin, S.Calmes, X.J.Zhang, I Ladabaum, B.T.Khuri-Yakub(Stanford) (1998 IEEE Conference in Sendai)

"Novel Silicon Nitride Micromachined Wide Bandwidth Ultrasonic Transducers" R.A.Noble, R.J.Robertson, D.R.Billson, D.A.Hutchins (University of Warwick) (1998 IEEE Conference in Sendai)

"Surface Micromachined Capacitive Ultrasonic Transducers" Igal Ladabaum, Xuecheng Jin, Hyongsok T.Soh, Abdullah Atalar, Butrus T. Khuri-Yakub (IEEE Trans. Ultra. Ferro. Freq.Ctl Vol 45, No.3, May 1998)

【0038】

図4Aを参照すると、容量性マイクロ機械音響素子（c M U T）の中心周波数は、そこを横切ってかけられるD Cバイアス電圧により制御できることが知られている（例えば、上述のLadabaumの参考文献を参照）。D Cバイアスが張力を増して膜に応力をかけ、そのため、振動中回復力が高くなるので、これは本質的である。図4Aは、このような素子8の1つを示し、この例では、マイクロ機械容量性音響素子即ちc M U Tである。図4Aの右側には、幾つかの電圧入力12,13...Nがあり、これらの各々は、素子8に特定のD Cバイアス電圧を与えることができるバイアス源手段である。従って、マイクロリレー14,15...を使用してマイクロスイッチングすることにより、c M U T 8に所望の値の電圧バイアスをかけることができ、その中心周波数を所望の値に設定することができる。本発明の所望の実行では、第1バイアス電圧12により素子8が送信の中心周波数で作動するようにする。D C阻止用キャパシター（C A P）16も、オプションの阻止用ユニット

16aとともに設けられる。音響を受信すると、時間遅れの後、第2バイアス電圧13（又は両方を同時に加える）が代りに素子8にかけられ、素子8が、所望の（通常は高い）高調波の受信周波数の近くの特性受信音響操作スペクトルを有するようになる。例として、c M U Tの中心送信周波数は、バイアス12を使用して3.5 M H zであり、より高いc M U Tの第1高調波周波数はバイアス13を使用して7.0 M H zであるかもしれない。このような高調波像形成用の周波数のスイッチングは、業界で知られている。c M U Tへの送信パルス電圧は、第1バイアスを使ってかけられ、音響受信は第2バイアスを使って行われる。又は、別体の送信と受信素子8、即ち専用素子を使用することもできる。さらに、バイアス電圧の数を2に制限する必要はない。

【0039】

図4 Bは、図4 Aのバイアスの特に好適な実施例であり、多数の固定電圧バイアス源を切換えるのに別個のマイクロ機械スイッチのアレーを使用する（図4 A）代りに、マイクロ機械スイッチと抵抗器を有するデジタル／アナログ（D A C）コンバータを使用し、マイクロ機械ベースのD A Cにより、1つのバイアス源を使用してc M U Tにかける電圧バイアスを制御することができる。

【0040】

図4 Bでは、c M U Tは、中心周波数を変化させるためバイアス電圧制御器を有する。しかし、各々を別に切換えられる複数の特有のバイアス電圧をかける（図4 A）代りに、1つのバイアス電源12がD A C 17へつながる。制御信号18もD A C 17へ入る。適当なデジタル制御信号18をD A C 17へ送りことにより、c M U T 8にかける電圧バイアスを電源12の同じ部分で制御する。例として、バイアス12は200ボルトで、D A Cは16又は32の低下させた電圧を与えることができる。さらに、D A C 17自体をマイクロリレー又は抵抗器と結合したマイクロスイッチで構成しても良い。抵抗器は、製造時にレーザーで特に正確にトリミングされ、各々の電圧選択用の値に設定できるようにする。従って、図4 Bから、音響素子の製造とサポートする電子構成部品の両方に、マイクロ機械技術が用いられることが分かる。

【0041】

図4Cは、マイクロ機械マイクロリレー又はマイクロスイッチの他の用途を示す。図4Cはトランスデューサアレー23の平面図を示す。アレー23は、直交（即ち、交差）電極の組を有する。一方の電極の組19（19a,19b,19c...）は、個々の圧電素子が水平方向に線形に（上から下まで）配列されている。他方の電極の組20（20a,20b,20c...）は、各圧電素子の上下方向の共通のサブ部分に向けられる。電極20a,20b,20c...は、マイクロ機械マイクロリレー又はマイクロスイッチ14a,15a...により、色々のバイアス源に切り換え可能である。アレーは、バイアス電圧源12aと、バイアス制御手段22を有する。この電圧の配置で、色々の利点があることは、当業者に明らかであろう。第1の例では、アレーは極のあるPZT圧電材料で、マイクロ機械マイクロリレーは、単に全ての素子の高さ方向の色々の部分をターンオン及び／又はオフするのに使用され、近接した像形成では送信、受信、又は両方の間、高さ方向のスライス厚さを狭くし（即ち、並進）有利である。

【0042】

第2の例は、アレーがPZN等の電わい圧電材料でできていて、その音響応答は永続的ポーリングによってではなく、選択可能な一時的バイアスをかけることにより、選択可能な応答レベルを達成する。この方式では、バイアスが永続的ポーリング2に代るが、圧電材料は送信のため（バイアスをかけて）パルスを与える必要がある。とにかく、電わい材料を使用して、（送信と受信の）音響応答の大きさを制御し、また素子又は素子の上下方向部分のオン、オフを制御できる。同軸ケーブル（ワイヤ、即ちボードトレース）21（21a,21b,21c...）は、各圧電素子の19a,19b,19c...の電極へ向けられる。

【0043】

図4Dは、 7×7 （即ち49）の素子からなる正方形の2次元（2D）アレーを示す。図に示すように、素子はデジット1,2,3又は4と分類される。デジット1~4は、非常に広帯域のアレー用の望ましい中心周波数の4つのレベルを表す。このレベルは、中心で高い周波数で（例えば、4）、アレーの縁部で低い周波数（例えば、1）になるように分布しても良い。アレー内の各cMUT素子（合計49）は、少なくとも1つの専用マイクロリレー又はマイクロスイッチと、所望のバイ

アスレベルを対の素子にかけることができる相互接続（図示せず）により、アドレス可能である。

【0044】

図4Dで、素子の周波数を制御するのに加えて又はその代わりに、オン／オフ状態、又は電気音響アクティビティ（例えば、電圧圧電材料を使用）の程度を制御することができる。従って、例えば、3D像形成のため一度に1つの面にアレーの表面を横切って移動線形アパーチャを通すか、又はアポディゼーションの目的である素子を弱めることもできる。

【0045】

図4Dに示す2Dアレーは、現在造るのが非常に高価である。Nの2乗即ち $N \times N$ のスイッチが必要だからである。マイクロリレー又はマイクロスイッチを使用すると、コストの点でも、またパッケージと小型化の点でも、この問題を解決する。

図4Dのデバイスを「散在するアレー」の設計とし（図示せず）、素子の選択した部分のみが実際に音響的に作動するようにしても良い。

【0046】

次のリストは、最後の2つの図面に示すマイクロ機械デバイスを使用した魅力的な超音波の用途を要約している。

1. （必要により）素子ごとをベースとする単一と2Dアレー内の素子の切換えとアパーチャのアポディゼーション（感度制御）；
2. 交差電極技術を使用した2Dアレー内の素子の切り換えと感度制御（1と比較して複雑でない）；
3. 素子ごとをベースとする単一と2Dアレー内の素子の周波数／チューニングで「周波数と位置の関係を可変」型のアパーチャを可能にする；
4. 交差電極技術を使用して、2Dアレー内の素子の周波数制御／チューニング；

【0047】

5. 単一と2Dアレーで、時間により周波数制御／チューニングし、高調波像形成をよりよく実施する。低周波数を送信し、次に急速に高周波数（高調波）受信

に切替える。

6. 2Dアレー内でアパーチャの並進及び／又はスライス画像面の回転；

7. 任意の目的（3Dビーム形成、又は移動アパーチャ2D及び／又は3D像形成）に使用する低コストで小型の完全切り換え可能な2Dアレー。

【0048】

上述した実施例の広い範囲の変更と変化は、当業者には明らかで企図されるであろう。それゆえ、前述した詳細な説明は、制限するものではなく例示であり、本発明の精神と範囲を定義するのは、特許請求の範囲と、その均等範囲である。

【図面の簡単な説明】

【図1A】 好適な実施例で使用する例示のマイクロ機械スイッチの製造プロセスの第1の金属層ステップを示す図である。

【図1B】 好適な実施例で使用する例示のマイクロ機械スイッチの製造プロセスの犠牲層ステップを示す図である。

【図1C】 好適な実施例で使用する例示のマイクロ機械スイッチの製造プロセスの犠牲層のエッチングステップを示す図である。

【図1D】 好適な実施例で使用する例示のマイクロ機械スイッチの製造プロセスのビームマスキングステップを示す図である。

【図1E】 好適な実施例で使用する例示のマイクロ機械スイッチの製造プロセスの最終エッチングステップを示す図である。

【図2A】 超音波システムで使用できる従来のスイッチングボードの図である。

【図2B】 マイクロ機械スイッチ又はリレーを使用する好適な実施例の代りのスイッチングボードである。

【図3】 超音波アレーとマイクロ機械スイッチングアレーを近接して組込んだ好適な実施例の基板である。

【図4A】 切り換え可能電圧バイアスが、好適な実施例の容量性マイクロ機械超音波トランスデューサ（cMUT）の中心周波数を調節する方法を示す図である。

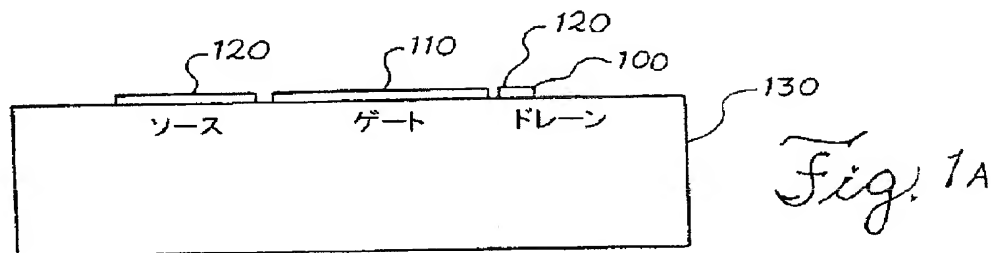
【図4B】 マイクロ機械スイッチと抵抗器を備えるデジタル／アナログコン

バータ (DAC) を使用して、図 4 A でバイアスをかけ、1つの電源のバイアスを使用して cMUT にかける電圧バイアスを制御する図である。

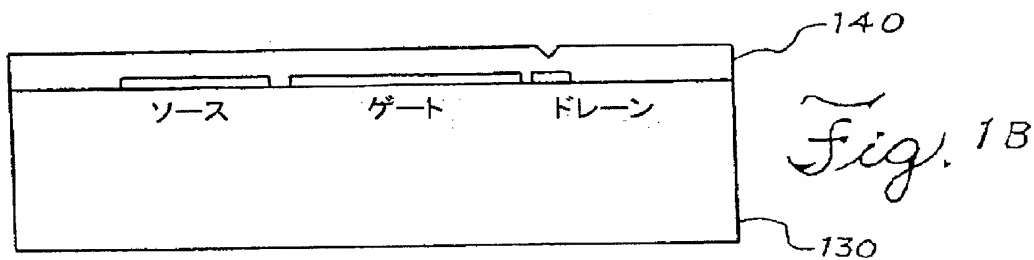
【図 4 C】 好適に実施例の交差電極を有する MUT トランスデューサの概略図であり、色々の高さのサブアパーチャにかかる電圧バイアスをマイクロ機械マイクロリレー又はマイクロスイッチを使用して切り換える。

【図 4 D】 好適な実施例の 49 素子の 2 次元トランスデューサアレーの図であり、各素子はマイクロ機械スイッチ又はリレーを使用して別個に切換え可能である。中央の素子は、縁の素子より高い周波数を有するようにバイアスされる。

【図 1 A】



【図 1 B】



【図 1 C】

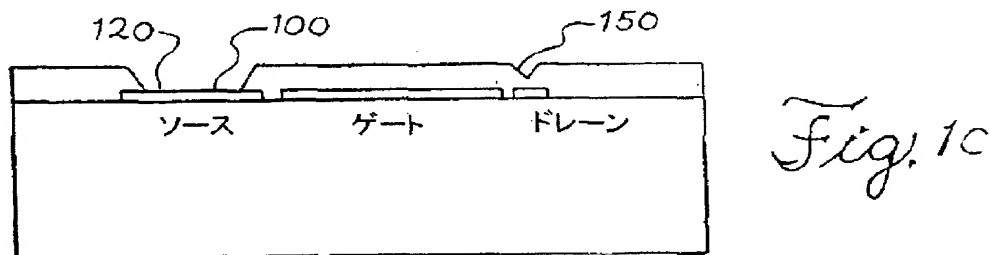


Fig. 1

Fig. 10

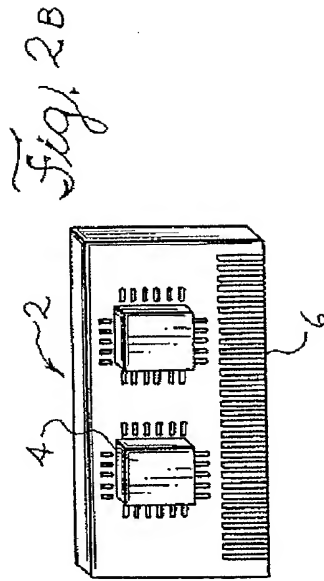
Figure 1 is a cross-sectional view of a semiconductor device. The device is formed on a substrate (90). The substrate has three regions: a source region (ソース), a gate region (ゲート), and a drain region (ドレーン). A gate stack (160) is formed over the gate region. A source/drain stack (170) is formed over the source and drain regions. A protective layer (190) is formed over the gate stack, and a contact layer (200) is formed over the source/drain stack.

Fig. 1E

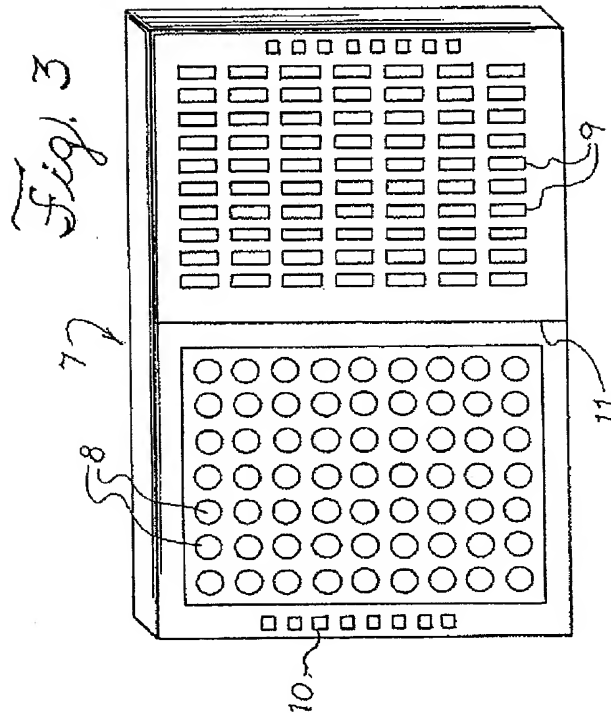
Fig. 1 is a perspective view of a rectangular block 1. The block contains a grid of small rectangular elements 3. A vertical strip of elements 5 is located on the right side of the block.

Fig. 2A

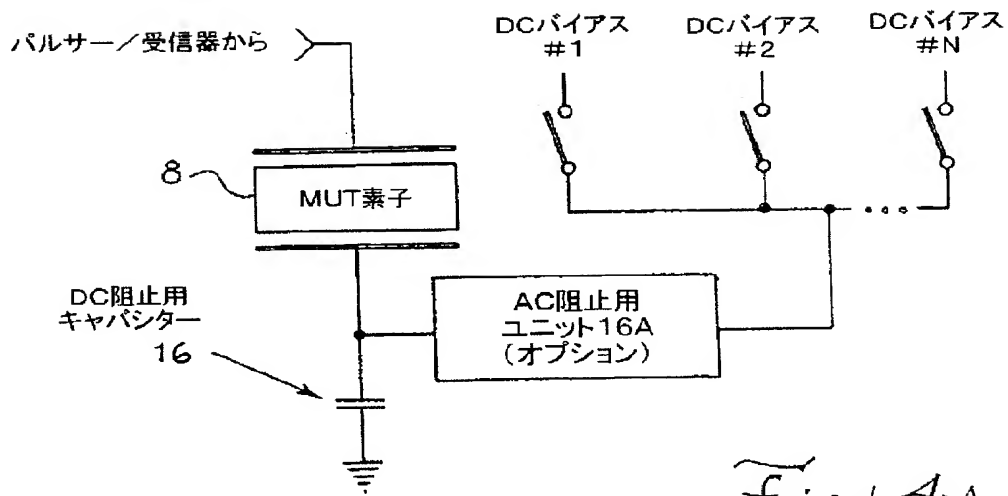
【図2B】



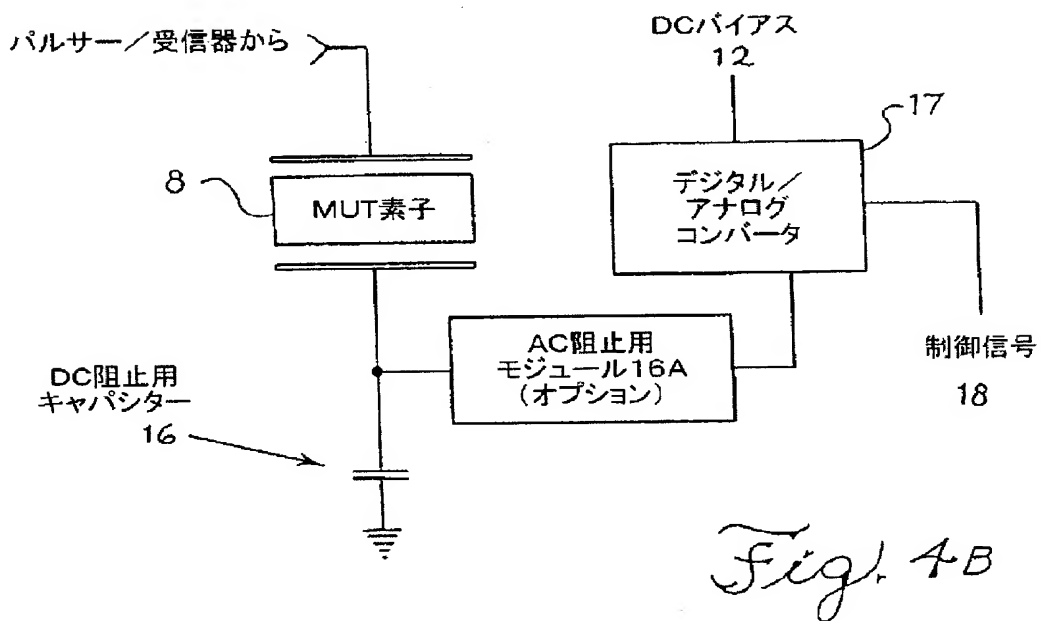
【図3】



【図4A】

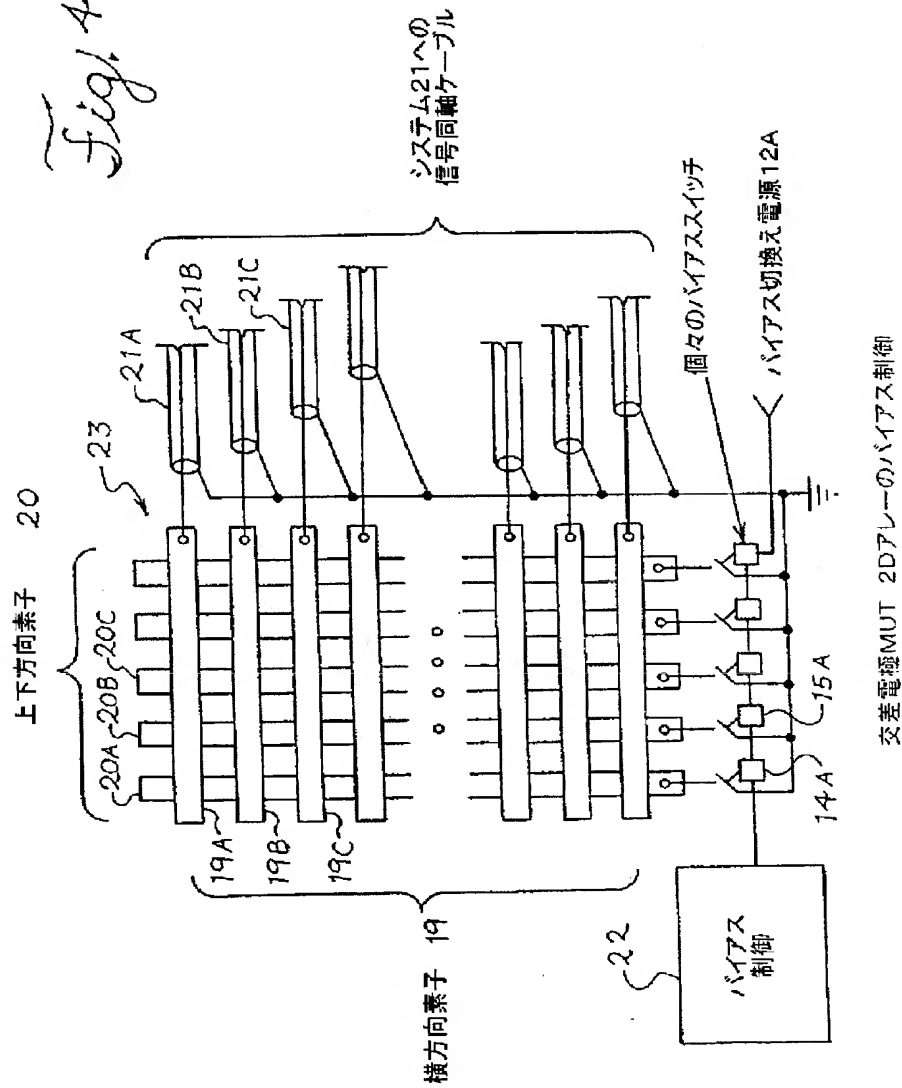


【図4B】



【図 4 C】

Fig. AC



【図4D】

1	1	1	1	1	1	1
1	2	2	2	2	2	1
1	2	3	3	3	2	1
1	2	3	4	3	2	1
1	2	3	3	3	2	1
1	2	2	2	2	2	1
1	1	1	1	1	1	1

A 2D 49 素子アパーチャ

4－最高周波数素子

1－最低周波数素子

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US99/26767

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(6) : A61B 08/00

US CL : 600/459

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

U.S. : 600/437, 443, 459, 460

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5,724,976 A (MINE et al.) 10 March 1998, claims 1-50.	1-40
A	US 5,651,365 A (HANAFY et al.) 29 July 1997, entire document.	1-96
A	US 5,744,898 A (SMITH et al.) 28 April 1998, entire document.	1-50

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claims or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" documents published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

05 FEBRUARY 2000

Date of mailing of the international search report

29 FEB 2000

Name and mailing address of the ISA/US
Commissioner of Patents and Trademarks
Box PCT
Washington, D.C. 20231

Facsimile No. (703) 305-3230

Authorized officer

MAULIN PATEL

Telephone No. 703-305-6933

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)*

フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I A 6 1 B 17/36	ターム(参考)
(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW			
(72)発明者 スリワ ジョン ダブリュー アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94024 ロス アンジェルズ マドンナ ウェイ 897			
(72)発明者 カープ スチュワート エル アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94025 メンロ パーク トレントン ウェイ 336			
Fターム(参考) 4C060 JJ11 MM24 4C301 EE06 EE16 EE17 EE18 EE20 GB02 GB09 GB14 GB33 GB34 HH46 HH47 KK17 5D019 BB19 FF04			

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第1部門第2区分
 【発行日】平成18年12月28日(2006.12.28)

【公表番号】特表2002-530145(P2002-530145A)
 【公表日】平成14年9月17日(2002.9.17)
 【出願番号】特願2000-583433(P2000-583433)
 【国際特許分類】

A 6 1 B 8/00 (2006.01)
 H 0 1 L 41/12 (2006.01)
 H 0 4 R 17/00 (2006.01)
 H 0 1 L 41/09 (2006.01)
 A 6 1 B 18/00 (2006.01)

【F I】

A 6 1 B 8/00
 H 0 1 L 41/12
 H 0 4 R 17/00 3 3 2 A
 H 0 1 L 41/08 U
 H 0 1 L 41/08 C
 A 6 1 B 17/36 3 3 0

【手続補正書】

【提出日】平成18年11月6日(2006.11.6)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 医用像形成又は治療用超音波システムにおいて、
 少なくとも1つの超音波音響素子、を備え、
 前記少なくとも1つの超音波音響素子は、前記少なくとも1つの超音波音響素子に結合した少なくとも1つのマイクロ機械構成部品を備え、前記構成部品は、
 少なくとも1つの集積回路製造プロセスを使用して基板上に製造された少なくとも1つの可動機械素子を備え、

前記少なくとも1つの可動機械素子は、ビーム、カンチレバー、流体、及びガスからなる群から選択された部材であることを特徴とするシステム。

【請求項2】 超音波トランスデューサにおいて、
 少なくとも1つの超音波音響素子の少なくとも1つのアレー、を備え、
 前記少なくとも1つの超音波音響素子は、前記少なくとも1つの超音波音響素子に結合した少なくとも1つのマイクロ機械構成部品を備え、前記マイクロ機械構成部品は、
 少なくとも1つの集積回路製造プロセスを使用して基板上に製造された少なくとも1つの可動機械素子を備え、

前記少なくとも1つの可動機械素子は、ビーム、カンチレバー、流体、及びガスからなる群から選択された部材であることを特徴とするトランスデューサ。

【請求項3】 医用像形成又は治療用超音波システムにおいて、
 少なくとも1つの超音波音響素子、
 前記少なくとも1つの超音波音響素子に結合した少なくとも1つのマイクロ機械構成部品、及び、

第1区分と第2区分を有する少なくとも1つの基板を備え、

前記第1区分は前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品を備え、前記第2区分は前記少なくとも1つの超音波音響素子を備えることを特徴とするシステム。

【請求項4】 医用像形成又は治療用超音波トランスデューサにおいて、

少なくとも1つの超音波音響素子、

前記少なくとも1つの超音波音響素子に結合した少なくとも1つのマイクロ機械構成部品、及び、

第1区分と第2区分を有する少なくとも1つの基板を備え、

前記第1区分は前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品を備え、前記第2区分は前記少なくとも1つの超音波音響素子を備えることを特徴とするトランスデューサ。

【請求項5】 超音波トランスデューサにおいて、

少なくとも1つの超音波音響素子の少なくとも1つのアレー、を備え、

前記少なくとも1つのアレーは、少なくとも1方向に配置され、高調波画像情報を与えることができ、送信中に前記少なくとも1つの音響素子に第1バイアスが与えられ、受信中に前記少なくとも1つの音響素子に前記第1バイアスと異なる第2バイアスが与えられ

、前記少なくとも1つの超音波音響素子に結合した少なくとも1つのマイクロ機械構成部品、を備えることを特徴とするトランスデューサ。

【請求項6】 超音波トランスデューサにおいて、

少なくとも1つの超音波音響素子の少なくとも1つのアレー、を備え、前記少なくとも1つの超音波音響素子は、マイクロ機械超音波素子を備え、

前記少なくとも1つのアレーは、少なくとも1方向に配置され、高調波画像情報を与えることができ、送信中に前記少なくとも1つの音響素子に第1バイアスが与えられ、受信中に前記少なくとも1つの音響素子に前記第1バイアスと異なる第2バイアスが与えられることを特徴とするトランスデューサ。

【請求項7】 医用像形成又は治療用超音波システムにおいて、

電気信号と音響エネルギーの間を変換することができる少なくとも1つの超音波音響素子、及び、

前記少なくとも1つの超音波音響素子に結合した少なくとも1つのマイクロ機械構成部品、を備え、前記構成部品は、少なくとも1つの集積回路製造プロセスを使用して基板上に製造された少なくとも1つの可動機械素子を備え、

前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、前記電気信号を操作できることを特徴とするシステム。

【請求項8】 超音波トランスデューサにおいて、

電気信号と音響エネルギーの間を変換することができる少なくとも1つの超音波音響素子の少なくとも1つのアレー、及び、

前記少なくとも1つの超音波音響素子に結合した少なくとも1つのマイクロ機械構成部品、を備え、前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、集積回路製造プロセスを使用して基板上に製造された少なくとも1つの可動機械素子を備え、

前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、前記電気信号を操作できることを特徴とするトランスデューサ。

【請求項9】 医用像形成又は治療用超音波システムにおいて、

少なくとも2つの超音波音響素子と、前記少なくとも2つの超音波音響素子に結合したマルチプレクサとを含む超音波プローブ、

画像プロセッサ、及び、

前記マルチプレクサを前記少なくとも2つの超音波音響素子に結合することのできる少なくとも1つの信号結線を備え、

前記マルチプレクサは、少なくとも1つのマイクロ機械構成部品を備え、前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、少なくとも1つの集積回路製造プロセスを使用して、基板上に製造された少なくとも1つの可動機械素子を備え、

前記画像プロセッサは、前記マルチプレクサから戻る信号を使用して、像を形成するの

に寄与することを特徴とするシステム。

【請求項10】 医用像形成又は治療用超音波システムにおいて、

少なくとも1つの超音波音響素子、及び、

前記少なくとも1つの超音波音響素子に結合した少なくとも1つのマイクロ機械構成部品、を備え、

前記少なくとも1つの超音波音響素子は、オン／オフ状態、感度、アポディゼーション、一時的にバイアス可能な電気音響アクティビティの程度、スペクトル周波数、信号の位相からなる群から選択された特性を備え、

前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、前記少なくとも1つの超音波音響素子の少なくとも1つの特性を制御できることを特徴とするシステム。

【請求項11】 医用像形成又は治療用超音波システムにおいて、

少なくとも1つの超音波音響素子、及び、

前記少なくとも1つの超音波音響素子に結合した少なくとも2つのマイクロ機械構成部品、を備え、前記少なくとも2つのマイクロ機械構成部品は、連動式に接続され、

前記少なくとも1つの超音波音響素子は、オン／オフ状態、感度、アポディゼーション、一時的にバイアス可能な電気音響アクティビティの程度、スペクトル周波数、信号の位相からなる群から選択された特性を備え、

前記少なくとも2つのマイクロ機械構成部品は、前記少なくとも1つの超音波音響素子の少なくとも1つの特性を制御できることを特徴とするシステム。

【請求項12】 医用像形成又は治療用超音波システムにおいて、

少なくとも1つの超音波音響素子を備えるトランスデューサ、

前記少なくとも1つの超音波音響素子に結合した少なくとも1つのマイクロ機械構成部品、

画像プロセッサ、及び、

前記トランスデューサに接続された第1端部と、前記画像プロセッサに接続された第2端部とを備えるトランスデューサ接続ケーブルを備え、

前記トランスデューサは、前記トランスデューサ接続ケーブル経由で前記画像プロセッサに接続され、前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、前記システムユニットと前記トランスデューサの間に結合し、前記少なくとも1つの超音波音響素子から前記トランスデューサ接続ケーブルを経由して前記画像プロセッサへ来る信号を多重化できることを特徴とするシステム。

【請求項13】 超音波トランスデューサにおいて、

少なくとも1方向に配置された少なくとも1つの超音波音響素子の少なくとも1つのアレー、及び、

前記少なくとも1つの超音波音響素子に結合した少なくとも1つのマイクロ機械構成部品、を備え、

前記少なくとも1つの超音波音響素子は、オン／オフ状態、感度、アポディゼーション、一時的にバイアス可能な電気音響アクティビティの程度、スペクトル周波数、信号の位相からなる群から選択された特性を備え、

前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、前記少なくとも1つの超音波音響素子の少なくとも1つの特性を制御できることを特徴とするトランスデューサ。

【請求項14】 医用像形成又は治療用超音波システムにおいて、

少なくとも2つの超音波音響素子と、前記少なくとも2つの超音波音響素子に結合したマルチプレクサとを含む超音波プローブ、

画像プロセッサ、及び、

前記マルチプレクサを前記少なくとも2つの超音波音響素子に結合することのできる少なくとも1つの信号結線を備え、

前記マルチプレクサは、少なくとも1つのマイクロ機械構成部品を備え、前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、少なくとも1つの集積回路製造プロセスを使用して、基板上に製造された少なくとも1つの可動機械素子を備え、

前記画像プロセッサは、前記マルチプレクサから戻る信号を使用して、像を形成するのに寄与することを特徴とするシステム。

【請求項15】 医用像形成又は治療用超音波システムにおいて、

電気信号と音響エネルギーの間を変換することができる少なくとも1つの超音波音響素子、及び、

前記少なくとも1つの超音波音響素子に結合した少なくとも1つのマイクロ機械構成部品、を備え、前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、前記電気信号を操作できることを特徴とするシステム。

【請求項16】 医用像形成又は治療用超音波システムにおいて、

電気信号と音響エネルギーの間を変換することができる少なくとも1つの超音波音響素子、及び、

前記少なくとも1つの超音波音響素子に結合した少なくとも2つのマイクロ機械構成部品、を備え、前記少なくとも2つのマイクロ機械構成部品は、連動式に接続され、前記電気信号を操作できることを特徴とするシステム。

【請求項17】 医用像形成又は治療用超音波システムにおいて、

電気信号と音響エネルギーの間を変換することができる少なくとも1つの超音波音響素子、及び、

前記少なくとも1つの超音波音響素子に結合した少なくとも1つのマイクロ機械構成部品を備え、前記構成部品は、

制御された動きが可能な少なくとも1つの部分を備え、

前記少なくとも1つの部分は、少なくとも1つの物理的寸法が25ミクロンより小さく、

前記少なくとも1つのマイクロ機械構成部品は、前記電気信号を操作できることを特徴とするシステム。